

豆腐に対する官能検査とその物理的性質について

大金 裕子・石橋 良子・奥村美代子

I 緒 言

豆腐の持味はその淡白な味と特殊な口ざわりとにある。しかし一般に市販されている豆腐を味わって見る時、豆乳の濃度、凝固剤の種類、その他の条件によりその差異は甚だしい。今回は3種類の豆腐を使用して官能検査を行なった結果をもとにして、美味といわれる豆腐の物理的性質を調べたのでその結果を報告する。

II 実験方法

1. 供試材料

A 市販豆腐（凝固剤 硫酸カルシウム）

B 市販豆腐（凝固剤 塩化マグネシウム）

C 即席豆腐（凝固剤 グルコノデルタラクトン）

A・Bについては、店頭で製造後2時間以内のものを買求め、水中には浸漬せずそのまま使用した。Cについては、説明表示通り3分加熱で試料を調整した。

2. 供試材料の大きさ

外層部を約 10mm 切り捨て、すべての面が新切断面

になるようにして 25mm 角に切り実験に供した。

3. 官能検査

a) 方法 順位法

b) 判定者 30名

c) 実験試料 1項に表示のABCの3試料

d) 設問 外観、風味、軟かさ、香り、総合

4. ゼリー強度の測定

岡田式ペネトロメーターを使用した。プランジャー感圧球の直径は 8mm である。なおゼリー強度は本来応力 (kg重/cm²) で比較するが、本実験に使用するプランジャー断面積が一定であり、それに加える圧力の量 (g) が比例的に対応するのでその量で比較した。

III 実験の結果と考察

1. 官能検査とゼリー強度試験の結果と考察

1) 官能検査

設問ごとに得た回答の好ましさの順位 1, 2, 3 を、+1, 0, -1 に置き換えてまとめ、分散分析を行なった結果を表 1 に示す。

2) ゼリー強度試験

表 1 官能検査の結果と検定

$\phi_A=2$ $\phi_B=87$

試 料	A	B	C	分散比	検 定
外観の好ましさ	+14	-21	+7	17.61	0.5% 高度に有意
風味の好ましさ	+5	+7	-12	5.95	〃
軟かさの好ましさ	+12	-4	-17	46.76	〃
香りの好ましさ	-4	+8	-3	1.56	有意差なし
総合的好ましさ	+8	0	-7	3.00	5% 有意

表 2 ゼリー強度試験の結果と検定

$\phi_A=2$ $\phi_B=15$

試 料	A	B	C	分散比	検 定
軟 か さ β (度)	23	24	21	1.34	有意差なし
プランジャー侵入 速度 α (度)	39	63	81	101.78	0.5% 高度に有意
ゼリー強度 (g)	28	34	28	4.62	5% 有意

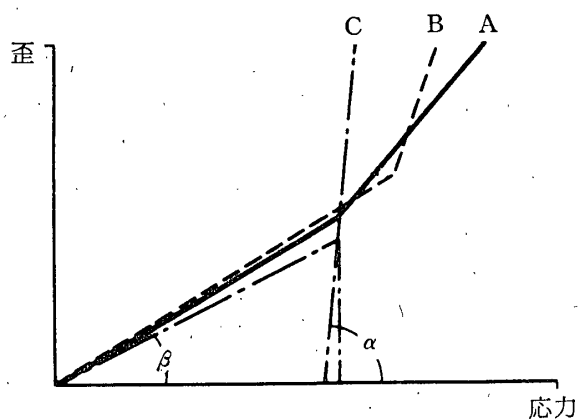


図1 応力-歪線図

官能検査の結果と物理的に比較し得る軟かさについてペネトロメーターで測定した結果をまとめ、分散分

析を行なったので表2、図1に示す。

3) 考察

1, 2) 項の結果について官能検査の設問順に考察した。

a 外観

- ・ACがよく、特にAが非常によい。
- ・Bは高度の差で好まれていない。
- ・特に気付いた点の項の解答において、Aを絹ごしのようなだと記入したものが多く、肌(キメ)細い美しさがうかがえる。

b 風味

- ・Cは豆腐の味として、A・Bに対して高度に好まれていない。
- ・A・Bは豆腐としての好ましさをもっている。

表3 加熱時間-添加物とゼリー強度

$n=5$ の平均 単位:g

加熱時間		0分	1分	5分	15分	30分
A	沸騰水	28	35	36	65	100
	食塩	0.5%	30	38	40	45
		1.0%	38	40	41	42
	食酢	0.5%	30	48	60	83
		1.0%	41	59	80	100
	重曹	0.01%	35	35	44	45
		0.05%	36	37	45	45
B	沸騰水	34	52	65	100	120
	食塩	0.5%	56	60	61	73
		1.0%	39	60	74	80
	食酢	0.5%	40	67	100	140
		1.0%	43	75	100	132
	重曹	0.01%	44	66	69	104
		0.05%	40	63	67	80
C	沸騰水	28	30	39	53	59
	食塩	0.5%	30	41	49	50
		1.0%	37	38	44	47
	食酢	0.5%	46	50	62	82
		1.0%	37	47	60	80
	重曹	0.01%	45	45	49	53
		0.05%	42	45	50	63

c 軟かさ

- ・官能検査ではAは高度に軟かく、Cは高度に硬いが、ゼリー強度試験の結果では軟かさを示す歪 (β) の状態に特に差は認められない。
- ・ゼリー強度 (g) はBがA・Cに比較して、5%の危険率で有意差が見られるが、官能検査の結果と結びつかずうら付けとは成り得ない。
- ・プランジャーの侵入速度 (α) はA・B・Cで高度の有意差を示し、その結果は官能検査の結果と同一で、試料が破断後、

- ①軟かさ β と小さな差の脆性 α を有する、歯切れのよさより、歯ざわり、舌ざわりを有するA
- ②軟かさ β と大きな差の脆性 α を有する歯切れのよいC

の差によって、官能的にその特性を判定しているものと考察する。

d 香り

- ・豆のにおいの有無により、うすいものから順位をつけたが、特にA・B・Cの間に差はみられない。

e 総合的な好ましさ

- ・外観、風味、軟かさに高度の有意差を有するAが好まれ、
- ・Bと比較して外観はよいが、風味、軟かさの点で高度の有意差を有するCが好まれていない。

以上考察の結果、官能的な好みを左右する物理的ファクターとして舌ざわり、歯ざわりと関係する脆性 (α) が豆腐としての好ましさに大きく寄与していることが明らかとなった。

2. 加熱時間と添加物の組合せによるゼリー強度試験の結果と考察

1) ゼリー強度試験

加熱温度がゼリー強度に与える影響が大であることは、堀口の報告¹⁾にも見られるので、今回は食用に供される状態、即ち100°Cの沸騰水中で一定時間加熱後とり出し、ゼリー強度を測定した。結果は表3のとおりである。

2) 考察

a). 総体的ゼリー強度の変化

加熱時間の経過に伴ない、ゼリー強度は増加するが、その増加を抑えるのに食塩が最も効果をもつことについては堀口²⁾の報告にもみられるが、一般家庭の食卓に供する状態でのゼリー強度も表3の平均値と比較すると図2のとおりで、今回の実験でも同じく食塩が著しくゼリー強度の増加をおさえる効果があり、重曹も15分までの加熱ではほぼ同じ効果を示すが、30分加熱

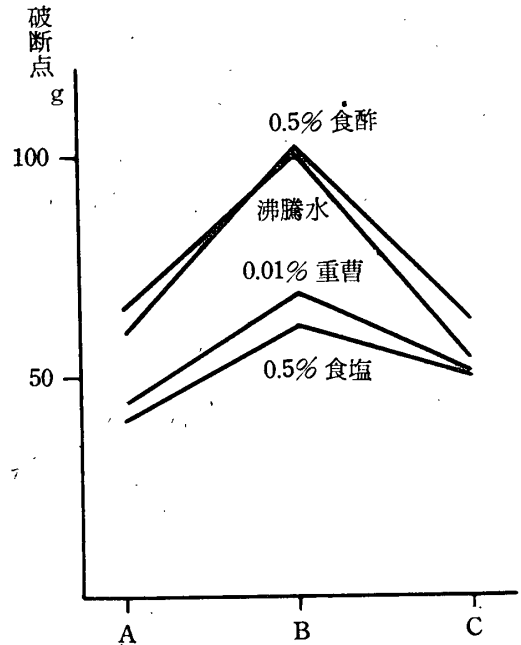


図2 15分加熱とゼリー強度

では食塩に比較してその効果は弱い。食酢については著しくゼリー強度が増加し、添加物を加えない沸騰水の場合よりさらに高い。

b) 供試材料別ゼリー強度の変化

a) 項で食塩が添加物中最もよくゼリー強度の増加を抑制する確認ができたので、その食塩を添加した場合のゼリー強度を試料別に比較した。結果は図3のとおりで試料Bは加熱時間に対するゼリー強度の増加が他に比較して高度に有意で、さらに加熱時間の経過に伴ない増加の傾向を示している。試料A・Cについては、加熱時間15分まではゼリー強度は増加の傾向を示

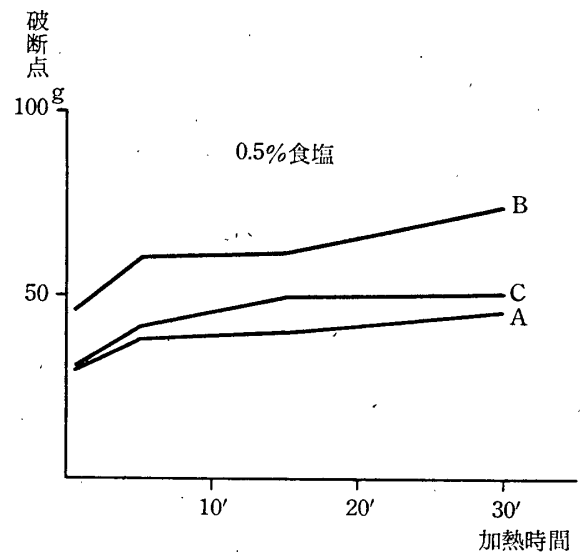


図3 加熱時間とゼリー強度

表4 試料Aのプランジャー侵入速度

単位: 度

加熱時間	0'	1'	2'	5'	15'	30'
食 0.5%	39	62	80	80	80	78
塩 1.0%		80	80	82	80	80

しているが、試料Bに比較してその増加は少なく15分を経過後は更に一段とゆるやかになっている。また試料A・Cの間は検定の結果、特に有意差は認められなかったが、食塩がゼリー強度の増加を抑制する傾向は試料CよりAに良くあらわれている。この結果は官能

検査の外観の好ましさの傾向に類似しており、豆腐の粒度(キメの細かさ)が試料間の加熱時間に対するゼリー強度の変化に影響を与えているものとする。

c) 試料Aのプランジャー侵入速度の変化

生豆腐の官能検査とゼリー強度で興味ある結果を示した試料Aについて、プランジャー侵入速度 α の加熱時間に伴う変化は表4のとおりで、2分経過後はB・Cと変りがなくなり、Aとしての物理的特性は加熱によって急速になくなることが判った。

3. 加熱時間—添加物の組合せによる鬆(す)だちの傾向

添加物		沸騰水	食 塩 0.5%	食 酢 0.5%	重 曹 0.01%
試 料 A	5分				
	15分				
	30分				
試 料 B	5分				
	15分				
	30分				
試 料 C	5分				
	15分				
	30分				

図4 鬆(す)だちの状況

1) 鬆だちの状況

前項の測定前に加熱時間と添加物の組合せで現われる鬆だちの状況(倍率・2)は図4のとおりである。

2) 考察

a) 鬆だちの発生

試料Cは加熱時間—添加物のいずれの組合せにおいても、鬆だちは発生せず、即席豆腐としての製法の相違の影響から、A・Bに比較して大きな特徴を示している。試料A・Bはそのいずれも5分の加熱で鬆だちが現われはじめ、15分の加熱で鬆だちは顕著に現われ、30分の加熱ではそのほとんどが鬆だちだらけとなっている。以上から豆腐としての見映え、軟かい舌ざわりを保って食卓に供するには沸騰水中では5分以内の加熱で止めることが好ましい。

b) 鬆だちの形状

図2のゼリー強度を抑制する効果のある添加物(食塩・重曹)での鬆だちは丸い形状で発生し、他は亀裂の形状で発生しており、両者の間にはその形状に大きな差がある。試料A・B間の鬆だちの形状はAがBに比較して $\frac{1}{2}$ ～ $\frac{1}{3}$ と小さく、更に単位面積当りの量も少ない。

以上から添加物によって鬆だちの形状そのものが変化し、その鬆だちの形状によってゼリー強度に大きな変化を与えていると考える。

IV 要 約

3種類の豆腐を使って、官能検査とその物理的性質を調べた結果は次のように要約される。

1) 官能検査の結果、美味と判定された豆腐の物理

的特性は、ゼリー強度、歪においては有意差が認められず、破断後のプランジャー侵入速度(脆性)に高度の有意差がある。

2) 食卓に供される状態でのゼリー強度の増加を抑制する添加物として食塩・重曹が効果があり、特に食塩が30分の加熱で効果をあげている。

3) 1)項で美味と判定された豆腐は加熱時間と添加物の組合せによるゼリー強度の変化がいずれの場合も少なく、凝固剤と製法がゼリー強度の変化に大きな影響を与えているものと考えられる。

4) しかし1)項で見出した物理的特性(脆性)も加熱時間に伴ない急速にその有意差は減少し、2分以後は他との有意差がなくなる。

5) 鬆だちは5分間の加熱で発生し、その形状は添加物によって、亀裂形・丸(気泡)形の2種類に大別され、ゼリー強度の低い場合は丸形、高い場合は亀裂形に区分される。

6) 即席豆腐の特徴としては鬆だちが発生しない。

以上、豆腐を調理する場合、豆腐としての持味を活かすには、できれば沸騰水中での加熱は2分以内、見映え上からも5分以内で止めるのがよい。また長時間加熱を必要とする調理では、鬆だちが生じない即席豆腐を外観の見映えの点から利用するのもよい。

終りに、写真撮影に関し御教示頂いた本学池永彰作助教授に感謝の意を表します。

文 献

1,2) 堀口：家政学雑誌，17，207～212(1966)